


DUAL MODE FILTER

Patent Number: JP9139612
Publication date: 1997-05-27
Inventor(s): MATSUO MICHIAKI; SAGAWA MORIKAZU; MAKIMOTO MITSUO
Applicant(s):: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Requested Patent:  JP9139612
Application Number: JP19950298035 19951116
Priority Number(s):
IPC Classification: H01P7/08 ; H01P1/203 ; H01P1/208
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized filter having an inter-stage coupling with stability against an external environment and ease of adjustment in which no ground face is required on a resonator forming face in a high frequency band.

SOLUTION: Input output coupling circuits 102, 103 are connected to a ring resonator 101 at an interval of 1/4 ring length and the ring resonator 101 is provided with a tip open stub 104 at a symmetrical point 107 apart from coupling points 105, 106 of the input output coupling circuits 102, 103 and causing the function of electromagnetic disturbance. Since orthogonal modes in the ring resonator are coupled with each other and 2-stage filters are formed by one resonator, a small sized filter is realized. The structure is more stable against a change in an external environment in comparison with inter-stage coupling adopting a parallel coupling structure and the band width is easily adjusted by trimming.

Data supplied from the **esp@cenet** database - 12

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-139612

(43)公開日 平成9年(1997)5月27日

| (51)Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|---------|--------|
| H 0 1 P | 7/08 | | H 0 1 P | |
| | 1/203 | | | |
| | 1/208 | | 1/208 | A |

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平7-298035

(22)出願日 平成7年(1995)11月16日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 松尾 道明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 佐川 守一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 牧本 三夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

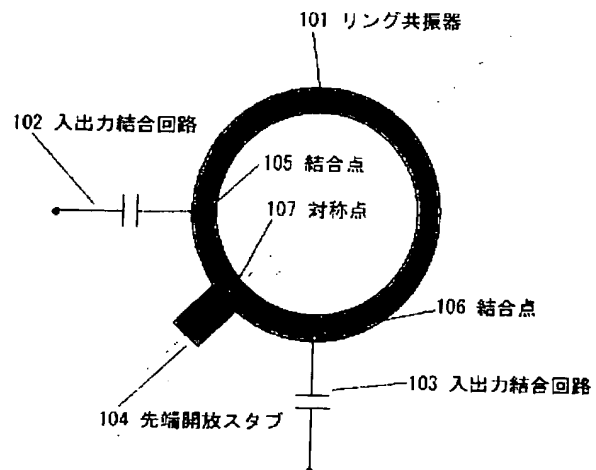
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】デュアルモードフィルタ

(57)【要約】

【課題】 高周波領域において共振器形成面上に接地面が不要で、小形かつ外部環境に対して安定で調整が容易な段間結合を有するフィルタを提供する。

【解決手段】 リング共振器101にリング長の4分の1だけ離して入出力結合回路102～103を接続し、入出力結合回路の結合点105～106からリング長の8分の1離れた対称点107に電磁界的に不連続を生じさせる機能を有した先端開放スタブ104を設けることにより、リング共振器内の直交したモードを結合させて2段のフィルタを1つの共振器で構成できるため、小形なフィルタが実現できる。また、平行結合構造による段間結合に比べて外部環境の変化に対して安定であり、トリミングにより容易に帯域幅が調整可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波伝送線路をリング状に接続して形成したリング共振器と、前記リング共振器を外部回路と接続する第1及び第2の入出力結合回路と、前記リング共振器に電磁界の不連続を生じさせる不連続部を具備し、前記第1の入出力結合回路は前記リング共振器上の任意の箇所に設けた第1の結合点に接続され、前記第2の入出力結合回路は前記第1の結合点から前記リング共振器の4分の1の長さだけ離れた箇所に設けた第2の結合点に接続され、前記第1と第2の結合点から前記リング共振器の長さの8分の1だけ離れた第1の対称点を中心

に前記不連続部が設けられていることを特徴とするデュアルモードフィルタ。

【請求項2】 不連続部は先端開放スタブであることを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項3】 不連続部は先端短絡スタブであることを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項4】 不連続部はノッチで形成されていることを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項5】 不連続部をリング共振器内部に設けたことを特徴とする請求項2から請求項4のいずれかに記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項6】 リング共振器内に、前記リング共振器の4分の1より短い長さでリング共振器線路の特性インピーダンスと異なる特性インピーダンスを有する不連続部線路を設け、前記不連続部線路の中心が第1の対称点と一致するように構成したことを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項7】 リング共振器の特性インピーダンスと不連続部線路の特性インピーダンスをステップ状に変化させたことを特徴とする請求項6記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項8】 リング共振器の特性インピーダンスと不連続部線路の特性インピーダンスをテーパ状に変化させたことを特徴とする請求項6記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項9】 不連続部線路は、リング共振器の線路幅と異なる幅を有する線路であることを特徴とする請求項6から請求項8のいずれかに記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項10】 リング共振器及び不連続部線路は誘電体基板に形成され、リング共振器の線路部分の基板厚と前記不連続部線路の基板厚が異なることを特徴とする請求項6から請求項8のいずれかに記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項11】 リング共振器及び不連続部線路は誘電体基板に形成され、リング共振器の線路部分の基板誘電率と前記不連続部線路の基板誘電率が異なることを特徴とする請求項6から請求項8のいずれかに記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項12】 リング共振器を形成する線路の一部分を第1の対称点で180度折り曲げて平行結合させた平行結合線路部を具備し、前記平行結合線路部により不連続部を構成したことを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項13】 リング共振器の4分の1以上の長さの線路により平行結合線路部が形成され、第1の対称点から前記リング共振器長の8分の1離れた前記平行結合線路部内に第1と第2の結合点が設けられていることを特徴とする請求項12記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項14】 リング共振器内部に線路を折り曲げて平行結合線路部を形成したことを特徴とする請求項12または請求項13記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項15】 第1及び第2の結合点から第1の対称点に向かって同じ長さだけ離れた任意の2箇所間を集中定数容量で接続し、前記集中定数容量により不連続部を構成したことを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項16】 集中定数容量を集中定数インダクタに置き換えて構成した請求項15記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項17】 第1の対称点から同じ長さだけ離れた任意の2点を中心として、2つの線路部分を互いに平行結合させることにより不連続部を構成したことを特徴とする請求項1記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項18】 第1及び第2の結合点からリング共振器の4分の1の長さだけ離れた2箇所を第3及び第4の結合点とし、前記第1、第2、第3、第4の結合点に同じ長さの先端開放スタブを接続して、前記先端開放スタブの長さをトリミングして中心周波数の微調整を行うことを特徴とする請求項1から請求項17のいずれかに記載のデュアルモードフィルタ。

【請求項19】 段間結合回路を具備し、請求項1から請求項18のいずれかに記載のデュアルモードフィルタを単位フィルタとして、前記単位フィルタを複数個、前記段間結合回路を介して従属接続することにより多段フィルタを構成することを特徴とするデュアルモードフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、UHF帯、マイクロ波帯、ミリ波帯等の高周波領域で用いられるデュアルモードフィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】高周波を用いた無線機器は、小形・軽量で低コストであることが要望されている。このためには無線機の中でも特に大きな実装面積を占めているアンテナ共用器、段間フィルタといったフィルタリングデバイスの小形化が強く求められている。

【0003】以下に従来のフィルタについて説明する。

ここではその例として、マイクロストリップ線路を用いた2段の側結合型の高周波フィルタについて述べる。

【0004】図14は側結合型の高周波フィルタの構成図である。図14において、201～202は平行結合部分を有する2分の1波長のストリップ線路共振器、203～204は前記ストリップ線路共振器を外部回路と接続する入出力結合回路である。上記構成によりこのフィルタは高周波において帯域通過フィルタとして動作する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のフィルタは先端開放2分の1波長共振器を利用していることから、一波長リング共振器に比べて放射損失が大きい。また、上記従来のフィルタ構成により狭帯域の特性を得る場合、段間結合を形成する2つの共振器の間隔を大きく空けなければならない。よって、全体の形状が大きくなる。さらに、弱い段間結合を平行結合線路間隔を広げることで実現することから、結合が外部環境の影響を受けやすく結合度の安定性が低くなってしまう。さらに、形状小形化のために4分の1波長共振器を使用すると全体を小形化できるが、共振器形成面上にスルーホール等の処理を施した接地面が必要となる。

【0006】以上のことから、従来構成により狭帯域フィルタを実現する場合、形状が大きくなり特性も不安定となりやすいという課題を有している。

【0007】本発明は、前記従来の課題を解決するもので、高周波領域において共振器形成面上に接地面が不要で、小形かつ外部環境に対して安定な特性を有し、特に狭帯域特性に対して有効なフィルタを提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のデュアルモードフィルタは、高周波伝送線路をリング状に形成したリング共振器と、前記リング共振器を外部回路と接続する第1及び第2の入出力結合回路と、前記リング共振器に励起される共振モードに対して電磁界的不連続を生じさせる機能を持つ不連続部を具備し、前記第1の入出力結合回路は前記リング共振器上の任意の箇所設けた第1の結合点で接続され、前記第2の入出力結合回路は前記第1の結合点から前記リング共振器の4分の1の長さだけ離れた箇所に設けた第2の結合点で接続され、前記第1と第2の結合点の間に存在し前記リング共振器を形成する2本の線路のうちの短い方の線路の中心を第1の対称点とすると、前記第1の対称点に前記不連続部を設けることにより、小形で安定な特性を有する高周波フィルタを構成するもので、従来のフィルタに比べて小形なフィルタが実現できる。また、リング共振器に設けた不連続部により段間結合を実現していることから、外部環境に対して安定な特性のフィルタが実現可能である。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1記載の発明は、高周波伝送線路をリング状に接続して形成したリング共振器と、前記リング共振器を外部回路と接続する第1及び第2の入出力結合回路と、前記リング共振器に励起される共振モードに対して電磁界的不連続を生じさせる機能を持つ不連続部を具備し、前記第1の入出力結合回路は前記リング共振器上の任意の箇所設けた第1の結合点で接続され、前記第2の入出力結合回路は前記第1の結合点から前記リング共振器の4分の1の長さだけ離れた箇所に設けた第2の結合点で接続され、前記第1と第2の結合点から前記リング共振器の8分の1の長さだけ離れた第1の対称点を中心に前記不連続部を設けてフィルタを構成したものであり、第1及び第2の結合点からリング共振器の共振周波数に対する電気長で45度離れた箇所に不連続部を設けることによりリング共振器内を伝搬する進行波に対して反射波を発生させ、この反射波の動きで電気長で90度離れた第1及び第2の結合点を結合させ、2段のフィルタを1つの共振器で構成するという作用を有する。

【0010】請求項2から請求項4記載の発明は、不連続部をそれぞれ先端開放スタブ、先端短絡スタブ、ノッチによって形成したことを特徴とする請求項1記載のフィルタとしたものであり、不連続部を実現する具体的構成を示したものである。このスタブ及びノッチにより反射波を発生し、第1及び第2の結合点を結合させ、2段のフィルタを1つの共振器で構成するという作用を有する。

【0011】請求項5記載の発明は、不連続部をリング共振器内部に内部に設けたことを特徴とする請求項2から請求項4記載のフィルタとしたものであり、不連続部を形成するスタブ及びノッチをデッドスペースとなりやすいリング共振器の内部に形成することで、より小形なフィルタを構成するという作用を有する。

【0012】請求項6から請求項8記載の発明は、リング共振器内にリング共振器線路の特性インピーダンスと異なる特性インピーダンスを有する4分の1より短い長さの不連続部線路を具備し、前記不連続部線路の中心が第1の対称点と一致するように構成したことを特徴とする請求項1記載のフィルタとしたものであり、リング共振器線路の特性インピーダンスをステップ状もしくはテーパ状に変化させることにより不連続部線路において反射波を発生させ、第1及び第2の結合点を結合させて2段のフィルタを1つの共振器で構成するという作用を有する。

【0013】請求項9から請求項11記載の発明は、不連続部線路の線路幅、もしくは誘電体基板の基板厚み、もしくは基板誘電率をリング共振器の線路と異ならせたことを特徴とする請求項6～8記載のフィルタとしたものであり、不連続部線路に対してリング共振器線路と異

なる特性インピーダンスを実現する具体的構成を示したものである。この特性インピーダンスの変化により反射波を発生し、第1及び第2の結合点を結合させ、2段のフィルタを1つの共振器で構成するという作用を有する。

【0014】請求項12または請求項13記載の発明は、リング共振器を形成する線路の一部分を第1の対称点で180度折り曲げて平行結合させた平行結合線路部を具備し、前記平行結合線路部により不連続部を構成したことを特徴とする請求項1記載のフィルタとしたものであり、線路間を平行結合させることで反射波を発生し、第1及び第2の結合点を結合させ、2段のフィルタを1つの共振器で構成するという作用を有する。

【0015】請求項14記載の発明は、リング共振器内部に線路を折り曲げて平行結合線路部を形成したことを特徴とする請求項12～13記載のフィルタとしたものであり、不連続部を形成する平行結合線路をデッドスペースとなりやすいリング共振器の内部に形成することでより小形なフィルタを構成するという作用を有する。

【0016】請求項15から請求項17記載の発明は、第1の対称点から同じ長さだけ離れた2点間を容量インダクタといった集中定数素子で接続、もしくは平行結合線路で電磁界結合し、不連続部を構成したことを特徴とする請求項1記載のフィルタとしたものであり、第1及び第2の入出力結合回路及び集中定数素子を第1の対称点に対してトポロジ的に対称となる位置に設けることにより、前記集中定数素子を通して第1及び第2の結合点が結合し、2段のフィルタを1つの共振器で構成できるという作用を有する。

【0017】請求項18記載の発明は、第1及び第2の結合点からリング共振器の4分の1の長さだけ離れた2箇所を第3及び第4の結合点とし、前記第1、第2、第3、第4の結合点に同じ長さの先端開放スタブを接続したことを特徴とする請求項1～17記載のフィルタとしたものであり、先端開放スタブの長さをトリミングすることにより、請求項1～17記載の2段構成のデュアルモードフィルタの中心周波数を容易に調整できるという作用を有する。

【0018】請求項19記載の発明は、段間結合回路を具備し、請求項1から請求項18記載のデュアルモードフィルタを単位フィルタとして、前記単位フィルタを複数個、前記段間結合回路を介して従属接続して多段フィルタを構成することを特徴とするフィルタとしたもので、多段構成のフィルタをその段数の半分の数のリング共振器で実現できるという作用を有する。

【0019】以下、本発明の実施の形態について図1から図13を用いて説明する。

(実施の形態1) 図1は本発明の第1の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0020】図1において、101はリング共振器、1

02～103は外部回路と接続する入出力結合回路、104は不連続部を構成する先端開放スタブ、105～106は入出力結合回路102及び103がリング共振器101と接続する箇所を示した結合点、107は結合点105と106を結ぶ線路のうちの短い方の線路の中心を示した対称点である。結合点105と106はお互いリング共振器104の4分の1の長さだけ離れて位置し、対称点107は結合点105及び106からリング共振器104の8分の1の長さだけ離れた場所に位置している。

【0021】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を図1を用いて進行波の概念で定性的に説明する。入出力結合回路102より伝搬した進行波はリング共振器101に電界結合し、結合点105近傍に強い電界を発生する。この電界は時計方向及び反時計方向へ進行波として伝搬する。ここではまず時計方向回りの進行波を考える。

【0022】この進行波は、270°位相変化を受けて出力側の結合点106に達するがここでは電界は最小となっているので出力結合点106には結合しない。これより更に45°進むと対称点107の位置に達する。ここでは先端開放スタブ104により線路に不連続な部分が存在するため、一部は反射波となり、残りは入力側の結合点105まで伝搬し入出力結合回路102を介して入力端と結合する。対称点107での反射波は45°後退して出力側結合点106に達するが、往復360°の位相差となっているためここでは電界は最大となり電界結合を生じ入出力結合回路103を介して出力端に進行波が伝搬することになる。

【0023】同様に反時計回りの進行波も先端開放スタブ104による反射波だけが出力端にあらわれる。反射の大きさは不連続部が大きければ顕著であるから、図1の場合先端開放スタブの長さで伝搬する進行波の大きさを制御できる。この動作を共振器としてみると、リング共振器101に2つの直交するモードが存在し、その2つの共振モードの結合度は先端開放スタブの構造で制御可能であることを意味する。

【0024】即ちデュアルモードフィルタとして動作しており1つの共振器で2段のフィルタに対応する機能を有していると考えることができ小形化に寄与する構成であるといえる。

【0025】また、本構成のデュアルモードフィルタでは段間結合を不連続部となる先端開放スタブの構造で制御できる構成であることから、平行結合線路のような誘電体内部の電磁界により段間結合を得る構成に比べて外部環境の影響を受けにくく安定な特性が得られる。

【0026】図2(a)、(b)は、それぞれ不連続部に先端短絡スタブ、ノッチを用いた構成を示している。共振器形成面上に接地面が実装可能であれば先端短絡スタブにより不連続部を構成することが可能である。図2

のように構成したデュアルモードフィルタについても図 1 の先端開放スタブを用いた構成と同様にデュアルモードフィルタとして動作する。

【0027】以上のように、本実施の形態によれば、1 つの共振器で 2 段のフィルタが構成できることから、高周波領域において小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが構成できる。

(実施の形態 2) 図 3 は本発明の第 2 の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0028】図 3 において、図 1 と同じ番号を付したものは、図 1 と同じ働きをするものである。図 3 において図 1 と異なる点は、不連続部を構成する先端開放スタブ 104 をリング共振器 101 の内部に設けた点である。

【0029】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は上記実施の形態 1 と同じである。本実施の形態のデュアルモードフィルタは、デッドスペースとなっているリング共振器内部に先端開放スタブを実装することにより、前記実施の形態 1 に比べて更に小さい占有面積でフィルタが構成可能である。

【0030】以上のように、本実施の形態によれば、不連続部をリング共振器内部に設けることで、小さな面積でデュアルモードフィルタを構成することが可能である。

【0031】なお、図 3 では不連続部として先端開放スタブを用いた例を示したが、リング共振器内部にスルーホール等を用いて接地面が構成可能な場合、先端短絡スタブをリング共振器内部に設けることで同様の効果が得られる。

(実施の形態 3) 図 4 は本発明の第 3 の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0032】図 4 において、図 1 と同じ番号を付したものは、図 1 と同じ働きをするものである。図 4 において図 1 と異なる点は、不連続部をリング共振器 101 とは幅の異なる不連続部線路 108 で構成し、前記不連続部線路 108 を対称点 107 から両側に等距離な範囲に設けた点である。

【0033】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は上記実施の形態 1 と同じである。本実施の形態では、進行波に対する反射波を、特性インピーダンスの変化により実現している。特性インピーダンスの差が大きいほど不連続部での反射量が大きくなることから、2 つの直交モード間の結合が強くなり、通過帯域の広いフィルタが構成される。また、結合度は不連続部線路の長さを変化させることによって制御できる。

【0034】以上のように、本実施の形態によれば、不連続部をリング共振器と幅の異なる線路で構成することにより、1 つの共振器で 2 段のフィルタが構成できることから、高周波領域において小形かつ外部環境に対して

安定な特性を有するフィルタが構成できる。

【0035】なお、図 4 では不連続部線路をリング共振器線路に比べて太くして、不連続部線路の特性インピーダンスを低くした例を示したが、不連続部線路の幅を細くして特性インピーダンスを高くしても、進行波に対する反射波が生じ、同様の効果が得られる。また、図 4 では特性インピーダンスをステップ状に変化させた例を示したが、変化部分をテーパ状にしても同様の効果が得られることは言うまでもない。

(実施の形態 4) 図 5 は本発明の第 4 の実施の形態のデュアルモードフィルタの斜視図を示している。

【0036】図 5 において、図 1 と同じ番号を付したものは、図 1 と同じ働きをするものである。図 5 において図 1 と異なる点は、不連続部をリング共振器 101 とは異なる基板厚に実装された不連続部線路 108A により構成し、前記基板厚を連続的に変化させた点である。

【0037】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は上記実施の形態 1 と同じである。本実施の形態では、不連続部線路 108A を実装する誘電体基板 109 の厚さを変化させることにより、不連続部線路の特性インピーダンスをリング共振器の特性インピーダンスとは異ならせ、反射波を生じさせることにより 2 つの直交モードを結合させている。本実施の形態では結合度を基板厚の差により制御することができる。

【0038】以上のように、本実施の形態によれば、不連続部をリング共振器と厚さの異なる基板に実装することにより、1 つの共振器で 2 段のフィルタが構成できることから、高周波領域において小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが構成できる。

【0039】なお、図 5 では不連続部線路の基板厚をリング共振器線路に比べて厚くして、不連続部線路の特性インピーダンスを高くした例を示したが、不連続部線路の基板厚を薄くして特性インピーダンスを低くしても、進行波に対する反射波が生じ、同様の効果が得られる。また、図 5 では特性インピーダンスを連続的に変化させた例を示したが、変化部分をステップ状にしても同様の効果が得られることは言うまでもない。

(実施の形態 5) 図 6 は本発明の第 5 の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0040】図 6 において、図 1 と同じ番号を付したものは、図 1 と同じ働きをするものである。図 6 において図 1 と異なる点は、不連続部を、対称点 107 で 180 度に折り曲げてリング共振器 101 の一部を平行結合させた平行結合線路部 110 によって構成した点である。

【0041】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は上記実施の形態 1 と同じである。本実施の形態では、平行結合線路部 110 により反射波を生じさせ、2 つの直交モードを結合させている。本実施の形態では直交モー

ド間の結合度を、平行結合線路部110の結合長、結合度、特性インピーダンスにより制御することができる。平行結合線路部の結合度が強くなる様に結合長を調整することにより、外部環境に対して安定な特性を得ることが可能である。

【0042】図7は、平行結合線路部110Aをリング共振器101の4分の1以上の長さの線路で構成し、結合点105～106を平行結合線路部の内部に設けた構成を示している。図7の構成でも図6と同様に動作し、本実施の形態のデュアルモードフィルタが構成できる。

【0043】以上のように、本実施の形態によれば、不連続部をリング共振器の一部を平行結合させた平行結合線路部で構成することにより、1つの共振器で2段のフィルタが構成できることから、高周波領域において小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが構成できる。

【0044】なお、図6及び図7では平行結合線路部をリング共振器の外側に配置した例を示したが、平行結合線路部をリング内に配置することにより更に占有面積を小さくすることが可能である。

（実施の形態6）図8は本発明の第6の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0045】図8において、図1と同じ番号を付したものは、図1と同じ働きをするものである。図8において図1と異なる点は、結合点105と106からリング共振器線路上で対称点107に向かって等距離にある2点間を接続した集中定数インダクタ111で不連続部を構成した点である。

【0046】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は上記実施の形態1と同じである。本実施の形態では、集中定数インダクタ111によりリング共振器上以外に共振器上に励起される波の伝搬経路を設けることにより、2つの直交モードを結合させている。集中定数インダクタ111をリング共振器101に接続する位置は、結合点105と106からリング共振器線路上で対称点107に向かって等距離にあり、全体がトポロジ的に対称となるような任意の場所に設置可能である。本実施の形態では直交モード間の結合度を、集中定数インダクタ111の素子値及び前記集中定数インダクタの接続位置により制御することができる。

【0047】図9は、集中定数インダクタを、リング共振器101を形成する線路による平行結合線路に置き換えて構成した例を示している。図9の構成でも図8と同様に動作し、本実施の形態のデュアルモードフィルタが構成できる。図9では平行結合させる部分の結合長、結合度、特性インピーダンスにより直交モード間の結合度が制御可能である。

【0048】以上のように、本実施の形態によれば、結合点105と106からリング共振器線路上で対称点1

07に向かって等距離にある2点間を接続する集中定数インダクタにより、もしくは対称点107から等距離な2箇所を平行結合させることにより不連続部を構成することによって、1つの共振器で2段のフィルタが構成できることから、高周波領域において小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが構成できる。

【0049】なお、図8の集中定数インダクタを集中定数容量やギャップキャパシタ等の他の素子に置き換えて構成しても同様のデュアルモードフィルタが構成可能である。

（実施の形態7）図10は本発明の第7の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0050】図10において、図1と同じ番号を付したものは、図1と同じ働きをするものである。図10において図1と異なる点は、結合点105～106及び前記結合点からリング共振器101の4分の1の長さだけ離れた点に先端開放スタブ112～115を設けた点である。

【0051】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は実施の形態1と同じである。本実施の形態では、デュアルモードフィルタの中心周波数を調整可能とするために、リング共振器内で電界が最大もしくは零となる点に先端開放スタブ112～115を設けている。前記4本の先端開放スタブを同じ様にトリミングすることにより、中心周波数を高くすることができる。よって、あらかじめフィルタの中心周波数を少しだけ低めに設計しておけば、スタブ先端を削ることにより所望の中心周波数に調整してあわせこむことが可能となる。

【0052】以上のように、本実施の形態によれば、先端開放スタブにより中心周波数のトリミング調整が可能で、小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが構成できる。

（実施の形態8）図11は本発明の第8の実施の形態のデュアルモードフィルタの平面図を示している。

【0053】図11において、図1と同じ番号を付したものは、図1と同じ働きをするものである。図11において図1と異なる点は、図1に示した複数のデュアルモードフィルタを、段間結合回路116～118を介して接続した点である。

【0054】以上のように構成されたデュアルモードフィルタについて、以下その動作を説明する。基本動作は実施の形態1と同じである。本実施の形態では、2段以上のフィルタを構成するため、上記実施の形態1に示したデュアルモードフィルタを段間結合回路116～118を介して従属接続したものであり、段数の半分のリング共振器でフィルタが実現可能であることから小形なフィルタが実現可能である。多段フィルタの段間結合度は段間結合回路及びリング共振器に設けた不連続部により調整できる。

【0055】以上のように、本実施の形態によれば、段間結合回路により不連続部を有するリング共振器を複数従属接続することにより、多段フィルタを段数の半分の共振器数で実現できることから、小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが構成できる。

【0056】なお、図11では不連続部を先端開放スタブで構成した本発明のデュアルモードフィルタを複数接続した例を示したが、実施の形態7までに示した他の構成のデュアルモードフィルタを用いても本実施の形態の多段フィルタが構成できることは言うまでもない。

【0057】なお、第5を除く実施の形態では、入出力結合回路に集中定数容量を用いたが、ギャップキャパシタ等の他の結合回路を用いても同様の効果が得られることは言うまでもない。また、すべての実施の形態において、リング共振器101は円形としたが、リング共振器を形成する線路がトポロジ的にリング状に接続されていれば、円形でなくてもよく、実装スペースにあわせて変形可能であることは言うまでもない。

【0058】

【実施例】

(実施例1) 以下、本発明の第1の実施例について、図12及び図13を参照しながら説明する。図12は本発明の第1の実施例におけるデュアルモードフィルタの構成図、図13は図12の構成のデュアルモードフィルタの特性を示す図である。

【0059】図12において、C1～C2は入出力結合回路となる集中定数容量の素子値、Z0～Z1はリング共振器及び先端開放スタブの特性インピーダンス、E1は先端開放スタブの周波数fにおける電気長である。リング共振器内部には周波数fにおけるリング共振器の電気長を示している。Z1、Z2を50Ω、fを1GHzと仮定して、スタブ電気長E1が10°及び30°の場合の特性を図13に示す。

【0060】図13(a)の特性Aはスタブ長が10°で入出力結合容量(C1～C2)が0.8pFの時の通過及び反射特性である。

【0061】図13(b)の特性Bはスタブ長が30°で入出力結合容量(C1～C2)が1.6pFの時の通過及び反射特性である。

【0062】スタブ長を長くすると直交モード間の結合が強くなり、フィルタの通過帯域は特性Aに比べて特性Bの方が広がる。通過帯域を広くするほど入出力結合容量は大きくなるが、これにより中心周波数は低くなっている。

【0063】以上のように、本実施例によれば、不連続部となる先端開放スタブの長さを変化させることにより、2段フィルタの比帯域を制御可能で、小形かつ外部環境に対して安定な特性を有するフィルタが実現できる。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明は、2段分のフィルタを1つの共振器で構成できることから、従来のフィルタに比べて小形なフィルタが実現できる。また、リング共振器に設けた不連続部により段間結合を実現していることから、外部環境に対して安定な特性のフィルタが実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図2】本発明の第1の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの他の平面図

【図3】本発明の第2の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図4】本発明の第3の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図5】本発明の第4の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの斜視図

【図6】本発明の第5の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図7】本発明の第5の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの他の平面図

【図8】本発明の第6の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図9】本発明の第6の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの他の平面図

【図10】本発明の第7の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図11】本発明の第8の実施の形態におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図12】本発明の第1の実施例におけるデュアルモードフィルタの平面図

【図13】本発明の第1の実施例におけるデュアルモードフィルタの特性図

【図14】従来の側結合型高周波フィルタの平面図

【符号の説明】

101 リング共振器

102～103 入出力結合回路

104 不連続部となるスタブ及びノッチ

105～106 入出力結合回路のリング共振器への結合点

107 対称点

108 不連続部線路

109 誘電体基板

110 平行結合線路部

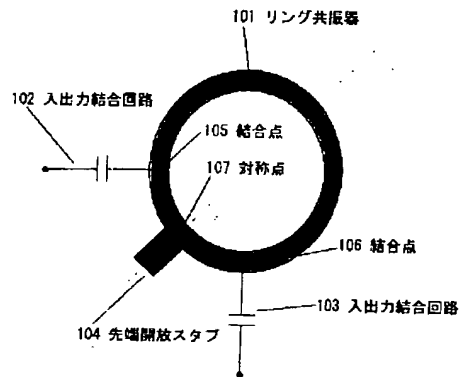
111 集中定数インダクタ

111A 平行結合線路

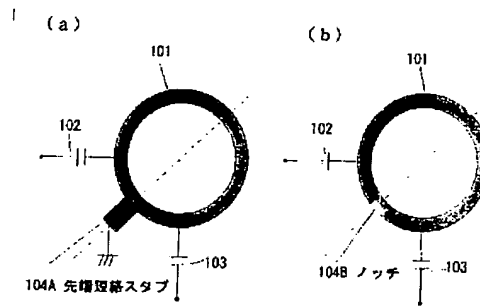
112～115 先端開放スタブ

116～118 段間結合回路

【図1】

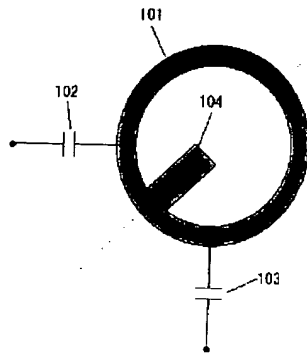


【図2】

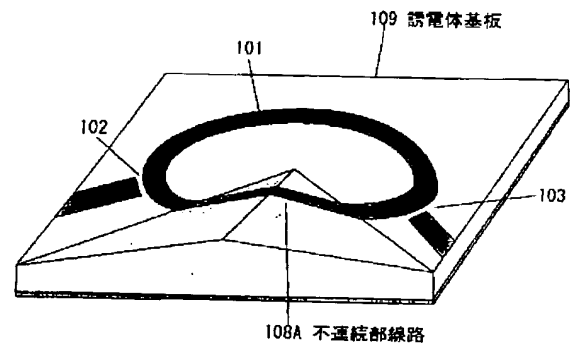
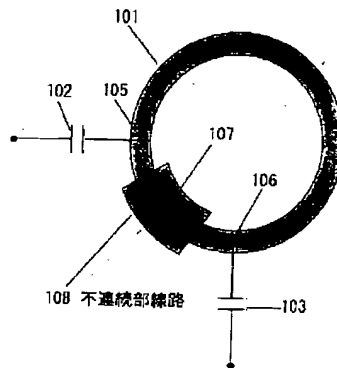


【図5】

【図3】

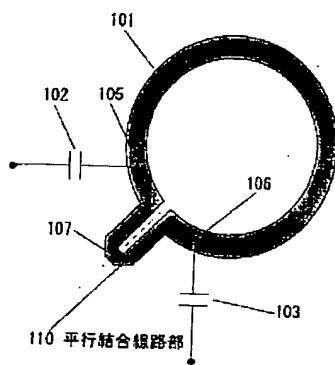


【図4】

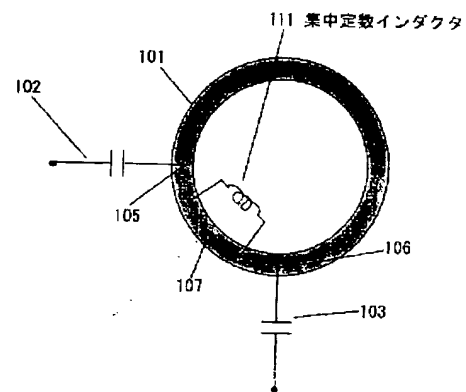
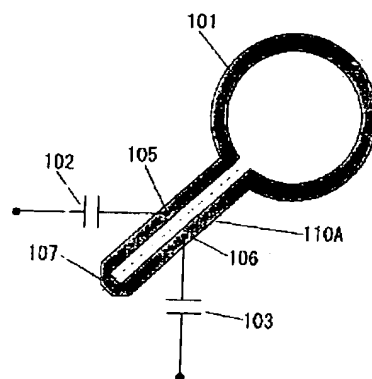


【図8】

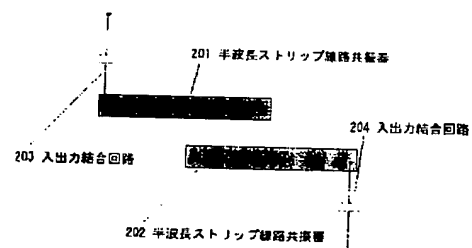
【図6】



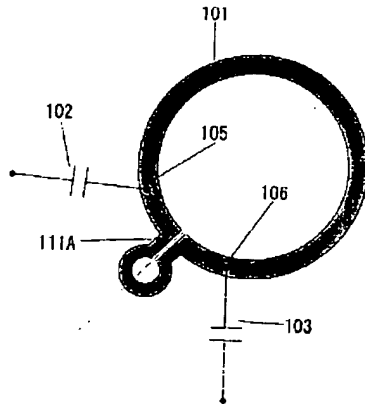
【図7】



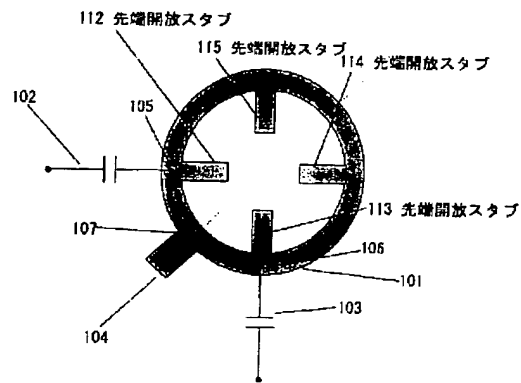
【図14】



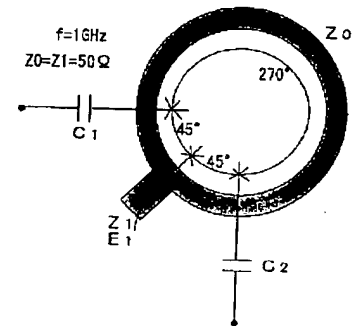
【図9】



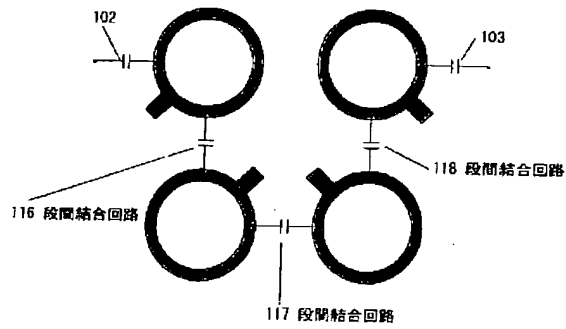
【図10】



【図12】



【図11】



【図13】

